

WEST

 Generate Collection

L10: Entry 1 of 5

File: EPAB

Mar 13, 1997

PUB-NO: WO009709596A2

DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 9709596 A2

TITLE: PROCESS AND SENSOR FOR DETECTING OPERATIONAL DATA ON MOVING/ROTATING PARTS OF A DEVICE, ESPECIALLY AN ELECTRIC MOTOR

PUBN-DATE: March 13, 1997

May be 10

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MAIER, REINHARD	DE
BULST, WOLF-ECKHART	DE
SCZESNY, OLIVER	DE
OSTERTAG, THOMAS	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIEMENS AG	DE
MAIER REINHARD	DE
BULST WOLF ECKHART	DE
SCZESNY OLIVER	DE
OSTERTAG THOMAS	DE

APPL-NO: DE09601646

APPL-DATE: September 4, 1996

PRIORITY-DATA: DE19532601A (September 4, 1995)

INT-CL (IPC): G01 L 3/10; G01 K 13/08; G01 P 3/44; G08 C 17/00

EUR-CL (EPC): G01L003/10; G01K013/08, G01L001/16, G01P003/44, G08C017/00

ABSTRACT:

A process for detecting operational data on rotating parts of a device with a stationary scanning/evaluation device (1) and a surface wave sensor (30) on the rotor (22), in which signals are transmitted between the stator and the rotor via electromagnetic waves (11, 12) and acoustic energy is stored in the surface unit with the measurement-induced selection of sections (35) of the scanning spectrum (34). Evaluation is performed by scanning and transforming the reply signal.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

KOPI

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G01L 3/10, G01K 13/08, G01P 3/44, G08C 17/00</p>		<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/09596</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. März 1997 (13.03.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/01646</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 4. September 1996 (04.09.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 32 601.6 4. September 1995 (04.09.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAIER, Reinhard [DE/DE]; Anna-Herrmann-Strasse 54, D-91074 Herzogenaurach (DE). BULST, Wolf-Eckhart [DE/DE]; Hermann-Plünder-Strasse 15, D-81739 München (DE). SCZESNY, Oliver [DE/DE]; Platanenweg 7, D-85609 Aschheim (DE). OSTERTAG, Thomas [DE/DE]; St. Quirinstraße 2, D-85464 Freising (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	
<p>(54) Title: PROCESS AND SENSOR FOR DETECTING OPERATIONAL DATA ON MOVING/ROTATING PARTS OF A DEVICE, ESPECIALLY AN ELECTRIC MOTOR</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SENSOREINRICHTUNG ZUR ERFASSUNG VON BETRIEBSDATEN AN BEWEGTEN/ROTIERENDEN TEILEN EINER VORRICHTUNG, INSbesondere EINES ELEKTROMOTORS</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A process for detecting operational data on rotating parts of a device with a stationary scanning/evaluation device (1) and a surface wave sensor (30) on the rotor (22), in which signals are transmitted between the stator and the rotor via electromagnetic waves (11, 12) and acoustic energy is stored in the surface unit with the measurement-induced selection of sections (35) of the scanning spectrum (34). Evaluation is performed by scanning and transforming the reply signal.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Verfahren zur Erfassung von Betriebsdaten an rotierenden Teilen einer Vorrichtung mit einem stationären Abfrage-/Auswertegerät (1) und mit einem Oberflächen-Sensorelement (30) auf dem Rotor (22), wobei mittels elektromagnetischer Wellen (11, 12) die Signalübertragung zwischen Stator und Rotor erfolgt und im Oberflächenelement eine akustische Energiespeicherung mit Meßwert-induzierter Selektion von Anteilen (35) des Abfragesignal-Spektrums (34) erfolgt. Ausgewertet wird durch Abtastung und Transformation des Antwortsignals.</p>			
<p>1... SCANNING/EVALUATION DEVICE 30... SURFACE SENSOR</p>			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estonia	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauritanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

5

Verfahren und Sensoreinrichtung zur Erfassung von Betriebsdaten an bewegten/rotierenden Teilen einer Vorrichtung, insbesondere eines Elektromotors

10 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Oberflächenwellen-Sensoreinrichtung zur Erfassung von Betriebsdaten an bewegten, insbesondere rotierenden, kraftübertragenden Teilen einer Vorrichtung. Spezieller bezieht sich die Erfindung auf Drehmomentmessung und/oder Drehzahlmessung in einer kraft erzeugenden, kraftübertragenden und/oder kraftaufnehmenden mechanischen Vorrichtung. Eine solche
15 Vorrichtung kann ein Motor, insbesondere Elektromotor, sein. Es kann sich auch um eine angetriebene Vorrichtung, wie etwa eine Dynamomaschine, handeln. Das erfundungsgemäße Verfahren ist auch für Sensoreinrichtungen an rotierenden, lediglich passiv kraft- bzw. drehmomentübertragenden Vorrichtungen, wie Antriebswellen und dgl., zu verwenden.

20

Beim speziellen Fall eines Elektromotors, der bezüglich der Erfindung als ein die Erfindung jedoch nicht einschränkendes Anwendungsbeispiel gelten soll, interessiert außer der (momentanen) Drehzahl des Läufers auch das Drehmoment, das dieser Motor an seiner Abtriebswelle abgibt. Dabei interessiert je nach Anwendungsfall und Aufgabenstellung das langzeitig abgegebene Drehmoment und die langzeitig vorliegende Drehzahl als auch dessen/deren Augenblickswerte.

Bei läuferempfindlichen Elektromotoren interessiert außerdem auch die langzeitige und/oder momentane Temperatur des Läufers, insbesondere um schädliche Überlastung rechtzeitig absehen bzw. erkennen zu können und ggfs. Gegenmaßnahmen rechtzeitig zu ergreifen.

Bekannte Einrichtungen zur Erfassung der genannten Betriebsgrößen einer einschlägigen Vorrichtung und insbesondere eines Elektromotors arbeiten mit

verschiedensten Ausgestaltungen und auf vielfältigen physikalischen Prinzipien beruhend.

5 Für alle Entwicklungen und Konstruktionen für hier einschlägige Einrichtungen ist als entscheidend zu beachten, daß Betriebsdaten an bzw. von Stellen der Vorrichtung erfaßt werden müssen, die sich bewegen, insbesondere sich in Rotation befinden, und auf eine stationäre Einrichtung zu übertragen sind. Soweit es sich um eine elektro-galvanische Signalübertragung der Meßwerte handelt, ist es in der Praxis üblich, kontaktierende Schleifringe und dgl.

10 vorzusehen, über die die Meßwertsignale geleitet werden. Ersichtlich ist ein solcher Übertragungsweg nicht frei von äußeren Störungen wie Kontaktverschmutzung, Schleifring- bzw. Bürstenabnutzung, Lagerspiel und dergleichen. Erfahrungsgemäß technisch aufwendiger sind elektromagnetische und optische Übertragungswege, wie sie ebenfalls bereits im Stand der Technik

15 zur Meßwertübertragung vom rotierenden Teil zum stationären Auswertegeräte verwendet worden sind.

20 Zur bekannten Drehzahlmessung bedarf es mit Rücksicht auf umfangreichen Stand der Technik und geläufiges Fachwissen hier keiner eingehenderen Erläuterungen und Beschreibungen des allgemeineren Standes der Technik. Betreffend die Temperaturmessung lassen sich nach dem Stand der Technik Strahlungsmeßgeräte verwenden, da nur der Temperaturmeßbereich oberhalb mehrerer 100° von engerem Interesse ist. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß eine solche Temperaturmessung im allgemeinen nur an etwas außerhalb gelegeneren Stellen z.B. eines Elektromotors vorgenommen werden können.

25 Die Drehmomentmessung erfolgt in der Regel unter Einsatz einer speziell vorgesehenen Drehmomentwelle bzw. eines "Drehmomentabschnittes" einer üblichen Welle. Zum Beispiel ist ein solcher zur Drehmomentmessung bestimmter Abschnitt einer Welle derart ausgeführt, daß diese Welle im Bereich dieses Abschnittes beispielsweise einen verminderten Durchmesser hat. Dies führt dazu, daß in diesem Abschnitt die Welle dem auf sie einwirkenden Drehmoment entsprechend eine mehr oder weniger große Torsion erfährt, die 30 als Ausgangspunkt für Drehmoment-Meßwerterfassung dient. Natürlich ist

dieser Abschnitt so ausgeführt, daß er den maximalen Belastungen bruchfest widersteht. Insbesondere zu Drehmomentmessungen des Standes der Technik sei als Stand der Technik auf den Vortrag bzw. das veröffentlichte Vortragsmanuskript: Dr. Staiger, Mohilo + Co. GmbH, "Komponenten und 5 Systeme für die Qualitätssicherung", auf die Promotionsschrift Wilhelm Baldauf, Fortschritt-Berichte VDJ, Reihe 8, Nr. 380 und auf die WO 91/13832, Longsdale, hingewiesen.

Die Promotionsschrift und die WO-Offenlegungsschrift beschreiben je eine 10 einschlägige Meßeinrichtung, in denen Oberflächenwellen-Einrichtungen als eigentliche Sensoren für die Drehmomentmessung verwendet sind. Gemäß der in der Promotionsschrift beschriebenen Ausführungsform ist das Oberflächenwellen-Sensorelement als frequenzbestimmendes Glied eines Oszillatorschwingkreises verwendet. Entsprechend der zu messenden 15 unterschiedlichen Drehmomente ändert das Oberflächenwellen-Sensorelement seine Resonanzfrequenz und damit die Oszillatorkreisfrequenz des Oszillatorschwingkreises. Wie insbesondere aus den Bildern 2.42 und 2.43 der Promotionsschrift zu entnehmen ist, enthält der aus dem Oberflächenwellen-Element und dem Oszillatorverstärker bestehende Resonanzschwingkreis 20 zusätzlich noch zwei elektromagnetische Transformatoren/Übertrager, die jeweils Hochfrequenzsignale zwischen dem Rotor und dem Stator übertragen. Das Oberflächenwellen-Element ist zwangsläufig als Zwei-Tor-Element betrieben, wobei das eine Tor mit dem einen Übertrager und das andere Tor mit dem anderen Übertrager verbunden ist. Ersichtlich gehen alle 25 Ungleichmäßigkeiten der Übertrager in das Schwingungsverhalten des Resonanzkreises ein und beeinflussen so auch die jeweilige Resonanzfrequenz.

Die WO-Offenlegungsschrift beschreibt Maßnahmen, mit denen der voranstehend zitierte störende und das Meßergebnis verfälschende Einfluß der 30 Signalübertragung vermieden ist. Wie aus Figur 1 dieser Offenlegungsschrift zu ersehen ist, befindet sich dort der komplette Oszillatorkreis, d.h. das frequenzbestimmende Oberflächenwellen-Sensorelement und der zugehörige Oszillatorverstärker beide auf dem Rotorteil der Vorrichtung. Über den dort ebenfalls jeweils zwischen Rotor und Stator vorgesehenen elektromagnetischen 35 Übertrager wird ein dem Meßwert entsprechendes Hochfrequenzsignal

übertragen, dessen Frequenz durch diesen Übertrager im Regelfall nicht beeinflußt wird. Dieses Prinzip der WO-Offenlegungsschrift bedingt aber, daß auch aktive Schaltungsanteile, nämlich der Verstärker, sich auf dem Rotor befinden. Dies erfordert eine entsprechende, hier transformatorische, 5 Stromversorgungs-Übertragung vom Stator auf den Rotor, was gegenüber der Vorrichtung nach der Promotionsschrift nicht nur ein zusätzlicher Aufwand ist, sondern auch zusätzliche Schaltungsteile auf dem Rotor anzubringen bedingt.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, trotz des vielfältigen Angebots bereits verfügbarer Meßeinrichtungen für Drehmoment und/oder Drehzahl und/oder Temperatur der Vorrichtung, bei der diese Meßwerte an bewegten, insbesondere rotierenden Vorrichtungsteilen zu erfassen sind, ein weitere Vorteile mit sich bringendes Sensor-Meßverfahren anzugeben. Dabei ist Aufgabe im engeren Sinne das Auffinden eines technisch zuverlässigeren 15 Verfahrens, das auch technisch einfacher und entsprechend weniger aufwendig ausführbar/anwendbar ist. Auch soll das Gewicht des am bewegten Teil anzubringenden Teilstücks der dafür vorzusehenden Einrichtung möglichst klein sein, z.B. um Unwucht zu vermeiden bzw. nicht berücksichtigen zu müssen. Temperaturmessung soll auch an Innenstellen der Vorrichtung erfolgen können, 20 nämlich dort wo durch Abschirmung die höchsten Temperaturen auftreten. Das Verfahren soll auch für Drehzahlmessung mit verwendbar sein.

25 Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst und weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Das bei der vorliegenden Erfindung zur Anwendung kommende Verfahren des Betriebs des Oberflächenwellen-Sensorelementes und der damit verbundenen Signalübertragung beruht auf Prinzipien, die für Oberflächenwellen- 30 Anordnungen in einer weiteren WO-93/13495 beschrieben sind.

Bei der vorliegenden Erfindung sind transformatorische Übertrageeinrichtungen vermieden, wie sie bei den Einrichtungen der eingangs genannten Druckschriften notwendigerweise verwendet sind. Bei der Erfindung erfolgt die 35 Erzeugung einer sich im Freiraum ausbreitenden elektromagnetischen Welle

eines breitbandigen hochfrequenten Abfragesignals. Diese Welle wird von einem ruhend angeordneten Abfrage-/Auswertegerät erzeugt und mit Hilfe einer Antenne ausgesandt. Sie wird von einer weiteren Antenne aufgenommen, die sich an dem bewegenden Teil der Vorrichtung, im Regelfall dem Rotor, befindet

5 und die mit dem einen einzigen Tor des Oberflächenwellen-Sensorelementes verbunden ist. Auf diese Weise kann das Sensorelement das breitbandige Abfragesignal empfangen, das noch keinerlei Informationsinhalt hat. Das über das nur eine Tor des Oberflächenwellen-Sensorelementes empfangene Abfragesignal liegt dann als elektrisches Signal vor und wird im

10 elektroakustischen Wandler des Oberflächenwellen-Elementes in eine akustische Welle umgewandelt. Eine dem Oberflächenwellen-Element imanente Eigenschaft ist dessen spektrale Übertragungsfunktion, die sich aus dem vorzugebenden bzw. vorgegebenen Aufbau des Oberflächenwellen-Elementes bekanntermaßen ergibt bzw. durch diesen bestimmt ist. Die akustische Welle im

15 Oberflächenwellen-Element ist bei der Erfindung (im Gegensatz zum eingangs genannten Stand der Technik mit den Resonanzschwingkreisen) eine Speicherung der empfangenen Energie des Abfragesignals. Durch jeweilige Beeinflussung der spektralen Übertragungsfunktion des Oberflächenwellen-Elementes durch die zu erfassende Meßgröße wird in dem Oberflächenwellen-

20 Element gemäß seiner Sensorfunktion (wiederum im Gegensatz zum obigen Stand der Technik) ein Anteil des anregenden Spektrums erzeugt, der nach Betrag und Phase kodiert die Meßwertinformation bzw. das Sensorsignal enthält. Es erfolgt dann die Rückumwandlung der derart beeinflußten gespeicherten akustischen Energie in ein dementsprechendes elektrisches Signal,

25 das dann die Meßwertinformation enthält. Wiederum im Gegensatz zum obigen Stand der Technik erfolgt bei der Erfindung die Abgabe dieses elektrischen Sensorsignals über das bereits oben erwähnte eine Tor des Oberflächenwellen-Elementes, nämlich über das Tor, das bereits zum Empfang des informationslosen Abfragesignals diente. Mit Hilfe der einen ebenfalls oben

30 schon erwähnten Antenne erfolgt die Umwandlung des elektrischen Sensorsignals in eine sich wiederum im Freiraum ausbreitende elektromagnetische Welle, die jetzt die Meßwertinformation enthält. Die mittels der Antenne des Auswertegerätes empfangene elektromagnetische Welle wird in dem Auswertegerät analysiert und der in dieser Welle enthaltende kodierte Meßwertinformationsgehalt nach Betrag und Phase ausgewertet. Bei der

35

Erfindung arbeitet das Sensorelement funktionell als meßwertbeeinflußte Laufzeitanordnung. Wichtiges Unterscheidungskriterium gegenüber dem Stand der Technik ist, daß ein und derselbe Signal-Übertragungsweg für Abfragesignal- und Empfangsimpuls verwendet ist. Durch sonstige äußere 5 Einflüsse denkbarer Meßfehler durch Frequenzverfälschung ist ausgeschlossen.

Zum Unterschied gegenüber dem eingangs genannten Stand der Technik ist bei der Erfindung das Oberflächenwellen-Element nur als Energiespeicher wirksam, wobei durch den Sensoreffekt spektrale Anteile der spektralen 10 Übertragungsfunktion (Filterfunktion) des Oberflächenwellen-Elementes diskrete Beeinflussung erfahren, die im Auswertegerät nach ihrem Betrag und ihrer Phase ausgewertet werden.

Die Auswertung kann durch Abtastung des Signals im Zeitbereich und 15 anschließender Fast Fourier-, Chirp-Z- oder dergl. Transformation des Signals in den Frequenzbereich erfolgen.

Aus anderem Blickwinkel gesehen, wird bei der Erfindung das Oberflächenwellen-Element als rein passives Element benutzt, das ein 20 elektrisches Meßsignal an das Auswertegerät aussendet, ohne daß Stromversorgungs-Energiezufuhr zum Oberflächenwellen-Element erforderlich wäre.

Bei dem hier verwendeten Begriff "Oberflächenwellen" soll es sich jedoch nicht 25 nur um Oberflächenwellen im engeren Sinne, wie Rayleigh-, Bleustein- und dgl. Wellen handeln. Unter den hier verwendeten Begriff "Oberflächenwellen" sollen auch akustische Wellen ähnlicher Wirkung subsummiert sein, wie z.B. die SSBW-Wellen, Volumenwellen, Scherwellen und dgl.

30 Weitere Erläuterungen der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung der beigefügten Figuren gegeben.

Figur 1 zeigt ein Fließbild, das das Prinzip des erfindungsgemäßen 35 Verfahrens wiedergibt.

Figur 2 zeigt Beispiele bekannter Aufbauten eines Drehmoment-Meßkörpers mit daran angebrachtem Oberflächenwellen-Sensorelement.

Figur 3 zeigt eine ins einzelne gehende Darstellung eines Oberflächenwellen-Elementes, wie es bei der Erfindung Verwendung findet.

In Figur 1 ist mit 1 ein stationär angeordnetes Auswertegerät mit einem Signal-Generator bezeichnet, der ein (informationsloses) Abfragesignal als 10 Sendersignal erzeugt. Dieses Abfragesignal ist ein breitbandiger hochfrequenter Sendeimpuls oder z.B. auch ein Chirp-Signal mit ansteigendem und/oder abfallendem Frequenzverlauf. Mit 2 ist eine Antenne bezeichnet, mit deren Hilfe die sich im Freiraum ausbreitende elektromagnetische Welle 11 des Abfragesignal erzeugt wird. Als eine solche Welle wird das Abfragesignal vom 15 "Stator" auf den "Rotor" übertragen. Von der auf dem "Rotor" befindlichen Antenne 3 wird diese elektromagnetische Welle empfangen und in ein elektrisches Signal rückumgewandelt. Aufgrund des Prinzips der Anwendung elektromagnetischer Wellen kann der räumliche Abstand zwischen den Antennen 2 und 3 wahlweise und den Anforderungen optimal angepaßt relativ 20 groß bemessen sein, so daß der stationäre Geräteteil mit der Antenne 2 in vorteilhaft großem Abstand vom bewegten/Rotor-Teil bemessen werden kann.

Die Antenne 3 ist mit dem nur einen Tor des Oberflächenwellen-Elementes 30 elektrisch verbunden. Im wesentlichen ist dieses Tor der interdigitale Wandler 25 32 des Oberflächenwellen-Elementes. In diesem Wandler 32 wird das von der Antenne 3 empfangene und erzeugte elektrische Signal des Abfragesignals in eine akustische Oberflächenwelle des Oberflächenwellen-Elementes 30 umgewandelt. Der Lauf dieser akustischen Welle in der Oberfläche des Elementes 30 ist zum einen Teil mit a) bezeichnet. Im Reflektor 37 des 30 Oberflächenwellen-Elementes 30 erfährt die akustische Welle eine In-sich-Reflexion und schematisch ist der Rückweg der akustischen Welle zum Wandler 32 mit b) angedeutet. Auf den Wegteilen a) und b) und/oder im Reflektor erfährt die hin- und herlaufende akustische Welle ihre physikalische Beeinflussung entsprechend der aufgabengemäßen Sensorfunktion. Das 35 Frequenzbild 34 zeigt ein beispielsweises Spektrum des Abfragesignals. Gemäß

der spektralen Übertragungsfunktion des hier als Filter wirkenden Oberflächenwellen-Elementes filtert dieses aus dieser spektralen Verteilung 34 eine charakteristische spektrale Verteilung 35 heraus, die das Antwortsignal der Oberflächenwellen-Anordnung 30 ist. In diesem Antwortsignal ist kodiert das 5 Meßwertergebnis enthalten.

Die zum Wandler 32 zurückkehrende Welle (b) wird im Wandler 32 in ein entsprechendes elektrisches Signal (rück-)umgewandelt. Dieses die Meßwertinformation enthaltende elektrische Signal wird an die Antenne 3 10 weitergeleitet, die wiederum die Umwandlung in eine im Freiraum sich ausbreitenden elektromagnetische Welle 12 bewirkt. Diese elektromagnetische Welle überträgt das Meßwertsignal vom Rotor auf den Stator, wo sie mittels der Antenne 2 empfangen wird. Die von der Antenne 2 empfangene elektromagnetische Welle wird in ein elektrisches Signal umgewandelt und dem 15 Auswerteteil 1' zugeführt. In dem Auswerteteil erfolgt die Ermittlung des vom Sensor zu messenden Meßwertsignals durch Auswertung der zurückgesandten Spektralanteile 35, die in kodierter Form die Meßgröße repräsentieren.

Wesentlich bei der Erfindung ist außer der elektromagnetischen Übertragung 20 zwischen Stator und Rotor die betriebsmäßige Energiespeicherung der akustischen Welle im Oberflächenwellen-Element 30, d.h. die Speicherung in den Laufstrecken a) und b) und im Reflektor. Nach vom Wandler 32 erfolgter Aussendung der akustischen Welle gelangt das Antwortsignal 35 zeitverzögert in den selben Wandler zurück.

25

Die Figuren 2a bis 2d zeigen in schematischer Darstellung vier Beispiele für Ausführungsformen mechanischer Drehmoment-Meßkörper mit dem eigentlichen Meß-Längenstück 22. Die Figur 2a zeigt das Beispiel eines Meß-Längenstückes als Vollwelle, die Figur 2b ein solches als Hohlwelle, die Figur 30 2c ein solches als Vier-Seiten-Kantilever und Figur 2d das Beispiel der sogenannten Laterne mit in diesem Falle vier symmetrisch verteilten Stegen.

Ebenfalls zum Stand der Technik gehörend zeigt die Figur 3 das Beispiel eines Oberflächenwellen-Elements 30, wie es bei der Erfindung in dieser Ausführung 35 oder ähnlicher, gleich wirkender Ausgestaltung verwendet ist. Mit 31 ist ein

plättchenförmiger Substratkörper bezeichnet, der aus einem piezoelektrischen Material, vorzugsweise einkristallinem Material, z.B. aus Quarz, Lithiumniobat, Lithiumtantalat und dergleichen, besteht oder ein Plättchen ist, das auf seiner (in der Figur) oberen Oberfläche mit einer piezoelektrischen Schicht beschichtet ist.

- 5 Mit 32 ist der interdigitale Oberflächenwellen-Wandler bezeichnet, wie er für Oberflächenwellen-Elemente geläufig ist. Mit 3, 31 sind die Dipole der für die Erfindung vorgesehenen/verwendeten Antenne bezeichnet, die hier nur schematisch dargestellt ist und die zum Empfang der elektromagnetischen Welle, z.B. des breitbandigen Abfragesignals 4 dient und auch zur
- 10 Zurücksendung eines charakteristischen Antwortsignals 35 des Oberflächenwellen-Elementes zu benutzen ist. Da bei der Erfindung ein Ein-Tor-Oberflächenwellen-Element vorzusehen ist, ist der Interdigitalwandler 32 sowohl Eingangswandler als auch Ausgangswandler des Oberflächenwellen-Elements. Ein Ein-Tor-Element kann auch aus mehreren, jedoch elektrisch
- 15 miteinander verbundenen Wählern bestehen.

Mittels des Interdigitalwandlers 32 in der Funktion als Eingangswandler kann in der Oberfläche des Substratkörpers 31 eine mit 36 angedeutete akustische Welle erzeugt werden, die in Längsrichtung Z im Substratkörper 31 (in der Figur nach rechts) sich ausbreitet bzw. verläuft. Wie aus der Figur ersichtlich, sind für Oberflächenwellen-Elemente prinzipiell bekannte Reflektoren 37 auf/in der Oberfläche des Substratkörpers 31 angeordnet, die diese akustische Welle 36 entsprechend ihrer Ausrichtung in sich zurückreflektieren. Diese Reflexion erfolgt z.B. in der Weise, daß die reflektierte Welle eine Modulation erfährt, wie sie aus dem Antwortsignal 35 zu ersehen ist. Diese zurückreflektierte Welle wird in dem Interdigitalwandler 32 wieder in ein elektrisches Signal 35 zurückumgewandelt.

Die für das erfindungsgemäße Verfahren zu verwendende Vorrichtung umfaßt, 30 bezogen auf die Erfindung, ein wie in Figur 3 gezeigtes Oberflächenwellen-Element mit der (Dipol-)Antenne (bzw. mit dem Anschluß für eine solche Antenne) und das mit der Antenne 2 ausgerüstete (stationäre) Auswertegerät 1 mit seinem Generatorteil für das Abfragesignal. Die Antenne 3 ist in für den Einzelfall angepaßter bzw. zu optimierender Weise auf dem bewegten/rotierenden Teil, wie z.B. dem Längenstück 2 der (Rotor-)Welle

angeordnet. Die Antenne 3 und die Antenne 2 müssen lediglich in gegenseitiger Nachbarschaft positioniert sein, wobei bei der Erfindung der Abstand dieser Antennen praktischerweise großzügig bemessen gewählt werden kann. Das ermöglicht es, das als Sensor verwendete Oberflächenwellen-Element 30 am 5 bewegten/rotierenden Körper auch an solchen Stellen zu positionieren, die z.B. in einer Maschine vergleichsweise "versteckt" ist. Dies gilt insbesondere für die Anwendung eines solchen Oberflächenwellen-Sensorelements als Temperatursensor.

10 Die Erfindung läßt sich auch für eine gemeinsame Erfassung verschiedenartiger Betriebsdaten einer Vorrichtung verwenden, wie außer für die Drehmomentmessung und Drehzahlmessung auch für Temperaturmessung.

15 Insbesondere bei Temperaturmessungen interessiert die Temperatur im Inneren der Einrichtung z.B. innerhalb einer Wicklung. Dafür wird ein als Temperatursensor bestimmtes Oberflächenwellen-Element ins Innere der Wicklung mit eingewickelt und für das erfindungsgemäße Verfahren ist lediglich notwendig, die Antenne 3 so weit herauszuführen, daß der Empfang und die 20 Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen 11 und 12 aus dem/in den Freiraum vom/zum Auswertegerät gewährleistet ist.

25 Ergänzend sei nochmals auf die Figuren 2a bis 2d eingegangen. In diesen Figuren ist die Verwendung von jeweils zwei Oberflächenwellen-Elementen 30 für die Drehmomentmessung vorgesehen. Bekanntermaßen werden diese jeweils zwei Oberflächenwellen-Elemente im Winkel von +45° und -45° zur Achse der Welle positioniert, wodurch sie zueinander orthogonal positioniert sind. Man mißt dabei gleichzeitig die auftretende Verzerrung in dem einen Element und die entsprechende Stauchung im anderen Element. Mit Hilfe einer solchen 30 doppelten Anordnung der Oberflächenwellen-Elemente kann der Temperatureinfluß eliminiert werden.

Bei Verwendung eines wie in der WO-93/13495 beschriebenen Oberflächenwellen-Elementes, das mit gechirptem Abfragesignal zu speisen ist, ist Temperaturkompensation auch bereits durch ein solches Element

gewährleistet, weil dieses immanent temperaturkompensiert wirksam zu betreiben ist.

Die Oberflächenwellen-Elemente 30 werden auf der Mantelfläche des

5 Längenstückes 22 in bekannter Weise angebracht. Für reine Temperaturmessung zu verwendende Oberflächenwellen-Elemente ist eine solche Anbringung vorzusehen, die möglichst wenig mechanische Verzerrung überträgt jedoch guten Wärmeleitungskontakt bewirkt.

10 Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß mit ein und demselben Abfragegerät 1 (zeitlich nacheinander) auch mehrere verschiedene Oberflächenwellensensoren, z.B. für Drehmoment, Drehzahl, Temperatur über denselben Übertragungsweg der Wellen 11 und 12 abgefragt werden können. Dies minimiert den Hardware-Aufwand für die Erfassung verschiedener

15 Betriebsdaten der zu überwachenden Vorrichtung, z.B. des Elektromotors.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Erfassung der jeweiligen Größe von Betriebsdaten an bewegten/insbesondere rotierenden Teilen einer Vorrichtung, insbesondere eines Elektromotors, mittels eines jeweiligen Oberflächenwellen-(SAW)-Sensorelementes mit spektraler Übertragungsfunktion, das auf dem bewegten/rotierenden Teil zur Ausführung der Sensorfunktion angebracht ist,
5 mit den Verfahrensschritten:
 - 10 Erzeugen einer sich im Freiraum ausbreitenden elektromagnetischen Welle (11) eines breitbandigen hochfrequenten Abfragesignals einer Abfrage-/Auswerte-Einrichtung (1),
Umwandlung dieser elektromagnetischen Welle (11) in ein elektrisches Signal und
 - 15 Empfang dieses elektrischen Signals als Anregungssignal des Oberflächenwellen-Sensorelementes (30), wobei dieses das Anregungssignal (34) über das nur eine Tor des Sensorelementes aufnimmt,
Umwandlung dieses elektrischen Signals im Wandler des Sensorelementes in ein akustisches Signal als Oberflächenwelle,
 - 20 gemäß der vorgesehenen Sensorfunktion erfolgende jeweilige Beeinflussung der spektralen Übertragungsfunktion des Sensorelementes durch die zu erfassende Meßgröße, wobei das im Sensorelement erzeugte Spektrum eine nach Betrag und Phase kodierte Meßwertinformation erhält,
Rückumwandlung der derart beeinflußten gespeicherten Energie der akustischen Welle in ein dementsprechendes elektrisches Signal, das die Meßwertinformation enthält,
 - 25 Abgabe dieses elektrischen Sensorsignals über das eine Tor, das bereits zum Empfang diente und
Umwandlung dieses elektrischen Sensorsignals in eine sich wiederum im Freiraum ausbreitende elektromagnetische Welle (12),
 - 30 Empfang dieser elektromagnetischen Wellen (12) im Auswertegerät und Auswertung der mit dieser elektromagnetischen Welle (12) empfangenen kodierten Meßwertinformation.

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit Verwendung von Antennen (2, 3) zur jeweiligen Umwandlung von elektrischem Signal in elektromagnetische Welle (11, 12) und umgekehrt.
- 5 3. Auswertung der Meßwertinformation aus dem empfangenen Signal durch Abtastung des Signals im Zeitbereich und anschließende Transformation des Signals in den Frequenzbereich.
- 10 4. Auswertung nach Anspruch 3,
durch Fast-Fourier-Transformation.
5. Auswertung nach Anspruch 3,
durch Chirp-Z-Transformation.
- 15 6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei der das eine oder die mehreren Oberflächenwellen-Sensorelemente (30) eine Antenne (3) zum sowohl Empfang und Aussenden einer sich im Freiraum ausbreitenden elektromagnetischen Welle (11,12) aufweisen und
- 20 das Auswertegerät eine entsprechende Sende-/Empfangsantenne für Aussenden und Empfang dieser elektromagnetischen Wellen (11, 12) besitzt.

1/2

FIG 1

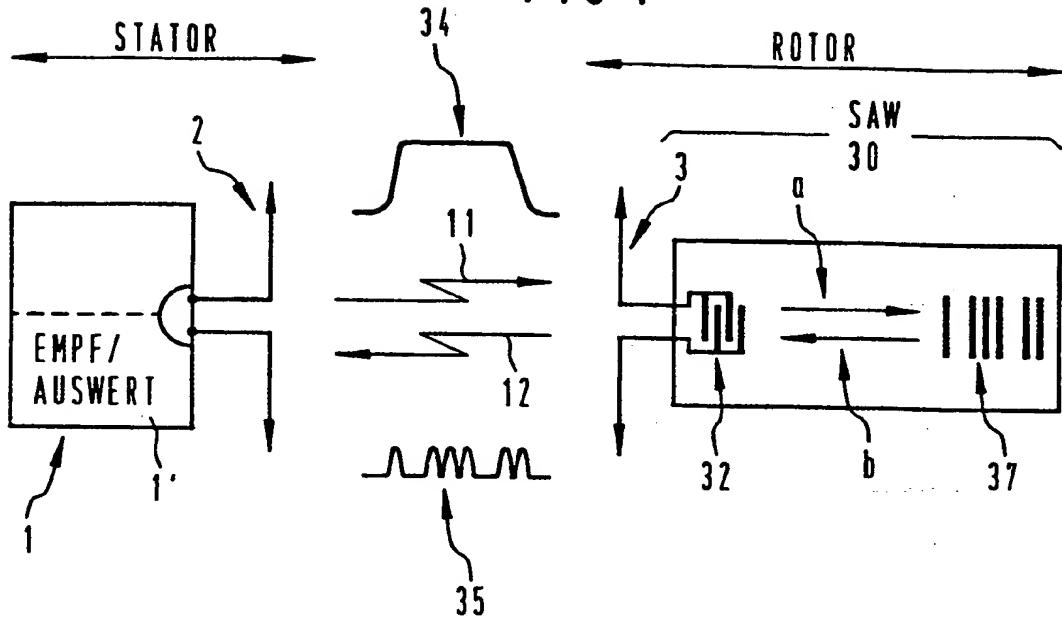
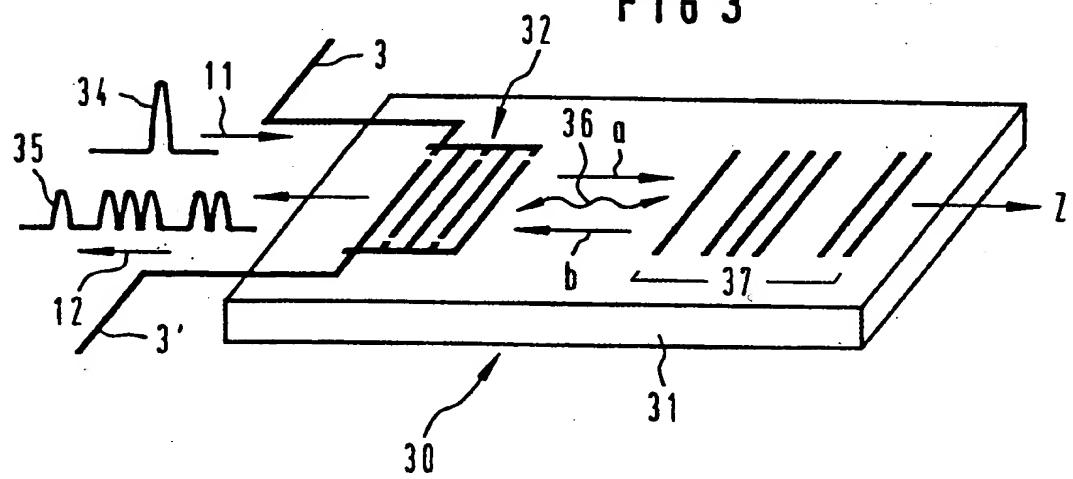
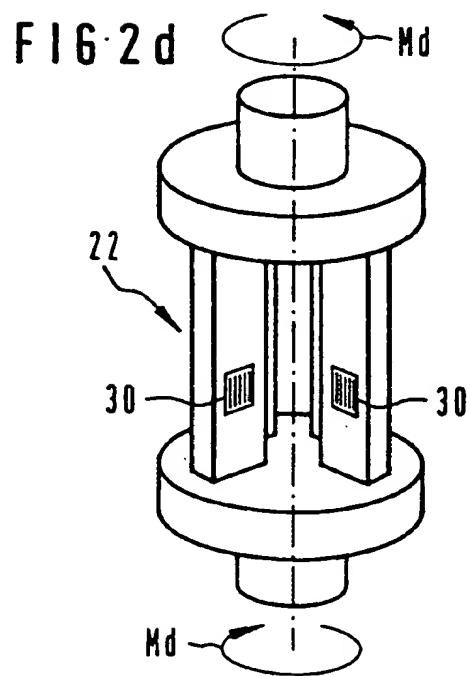
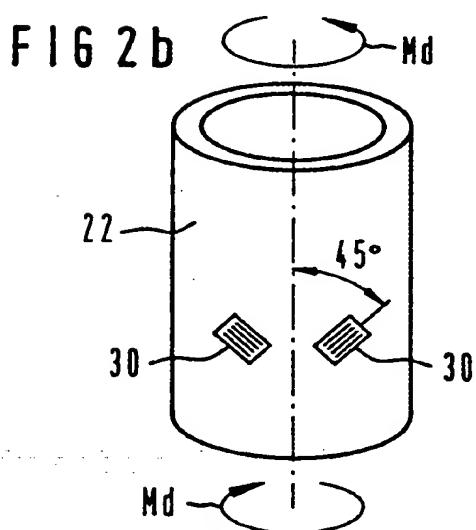
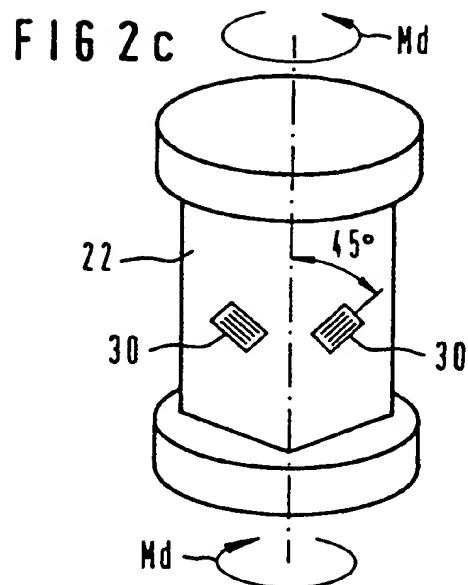
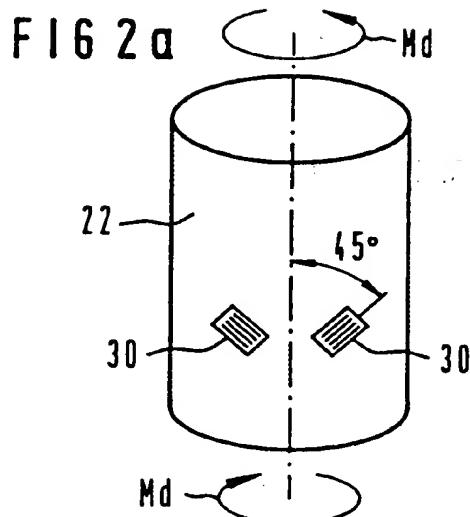


FIG 3



2/2



THIS PAGE BLANK (USPTO)